

碩士學位論文

DCS를 이용한 復水器 逆洗淨
自動化 開發에 關한 研究

指導教授 吳 性 寶



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

金 昶 皓

2 0 0 0

DCS를 利用한 復水器 逆洗淨
自動化 開發에 關한 研究

指導教授 吳 性 寶

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

2000年 12月 日

濟州大學校 産業大學院
電子電氣工學科(電氣工學)



金昶皓의 工學碩士學位 論文을 認准함.

2000年 12月 日

委員長 印

委 員 印

委 員 印

목 차

LIST OF FIGURES	ii
LIST OF TABLES	iii
SUMMARY	iv
I. 서론	1
II. 본론	3
1. 복수기의 개요	3
2. 복수기의 성능특성	4
3. 복수기의 성능관리 및 시스템 구성	5
4. 복수기관 오염도와 열전달	9
III. 적용할 분산 제어시스템	11
1. 분산제어시스템 동작 구성	11
2. 제어프로그램구성	13
IV. 복수기 역세정 시스템개발 및 시험	14
1. 자동화 시스템 개발	14
2. 역세정 시스템 시험	17
3. 역세정 시스템 자동운전	19
V. 결 론	23
참고문헌	24
부 록	25

LIST OF FIGURES

Fig. 1 The curve of condenser performance in Bukcheju thermal power plant	5
Fig. 2 The curve of turbine vacuum with heat rate	6
Fig. 3 The condensate system of Bukcheju thermal power plant	7
Fig. 4 The Curve of closed ranking cycle	8
Fig. 5 The distributed control system of Bukcheju thermal power plant No.1	11
Fig. 6 The schematic diagram of back wash using DCS	14
Fig. 7 The diagram of program command on automatic back wash	15
Fig. 8 The test valve of automatic operation on condenser back wash	17
Fig. 9 The monitor trend of valve automatic operation on condenser back wash	18
Fig. 10 Condenser system of Bukcheju thermal power plant No.1 unit	20
Fig. 11 Diagram of condenser back washing system	21

LIST OF TABLES

Table 1	Function block table.....	13
Table 2	Specification of condenser.....	19



A Study on Development of an Automatic Condenser Back Wash Using DCS

Chang-Ho Kim

DEPARTMENT OF ELECTRONIC AND ELECTRICAL
ENGINEERING GRADUATE SCHOOL OF INDUSTRY
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

Supervised by professor Seong-Bo Oh

SUMMARY

This paper describes development of an automatic condenser back wash. A condenser of turbine generator plays an important role in increasing of turbine efficiency with condensing to exhaust steam of low pressure turbine. Therefore, we need automatic condenser back wash system to maintain cleanliness of condenser tube, to improve performance by vacuum management. We have developed the program on automatic condenser back wash by distributed control system.

It applies the system of condenser remote control at central control room in Bukcheju thermal power plant No.1 unit. Consequently, this automatic condenser back wash system can contribute to improvement of turbine efficiency by remote control of an automatic condenser back wash valve.

I. 서 론

복수기는 발전 설비 중 중요한 부분으로 저압 터빈에서 일을 마친 증기를 응축시키면서 보일러 급수로 재활용하고 다시 터빈으로 보내져 일을 마친 증기를 응축시키는 열 사이클을 이루며 이 응축수는 계통수로 재사용된다.

복수기 효율을 높이기 위해 터빈에서 일을 한 증기는 복수기에서 물로 응축된 후 급수 가열기를 거쳐 보일러로 되돌아가며 보일러에서 열을 받아 다시 증기로 바뀐다. 복수가 열을 가지고 있다면 급수 가열기 및 보일러에서 가해지는 열량은 감소하게된다. 이와 같이 급수 가열기 및 보일러에서 가해지는 열량의 감소는 사이클(cycle)효율을 개선하게 될 것이다. 따라서 복수기는 증기를 물로 응축시키기 위해서 열을 제거해야하고 사이클 효율을 높이기 위해서 열을 보존해야하는 두가지 목적 사이에 균형을 유지해야 한다 (이승진, 1996).

복수기는 증기를 응축시키기 위한 최소 열량만을 배출하고 나머지 열량은 보존해야한다. 복수기에서 증기를 응축시킬 때 다량의 응축열이 냉각수와 열교환되어 방출되고 이때 방출되는 응축열은 전체 열량 중 약 45~50(%)에 해당되므로 복수기 성능은 발전 사이클 전체의 효율에 미치는 영향이 매우 크다. 그러므로 복수기 진공도가 저하되면 터빈 일이 감소되고 지나치게 상승하면 응축수가 과냉각 되어 터빈 수명 및 효율을 오히려 저하시킨다 (한진 북제주화력, 1983).

최근 발전소 냉각수 공급 배관에 주변 생활 하수의 유입과 해수 오염 또는 해초 등의 이물질로 인한 복수기 관내의 청결도가 저하되며 부식이 촉진되므로 복수기의 적정 진공도 유지에 많은 문제점이 발생되고 있다. 관청결도 개선 방법으로는 Rubber brush cleaning, 화학 거품산세정, 스폰지 불세정

등 여러 가지가 있으나 이 방법 중 다수는 복수기 다실중 1실을 정지하고 계획된 보수 작업 하에서만 세정 작업이 가능하므로 청결도 관리에 많은 시간이 소요된다. 또한 기존의 역세정은 운전원이 수시로 수동조작에 의한 방법으로 많이 사용하고 있고, 복수기 세정을 실시 할 때 적정 주기로 출력 감발을 해야하는 문제점이 있다 (이승진, 1996).

본 논문에서는 지금까지 수동으로 하던 복수기의 역세정 방법을 자동화로 구현하기 위해 수동밸브를 전동밸브로 교체하고 발전설비의 기술변화추세에 따른 고기능, 고신뢰성, 안정성이 한층 부가된 분산제어 시스템을 적용 연구 개발하여, 토탈 오토메이션을 실현 할 수 있도록 향상시키고자 한다. 출력감발 및 현장 운전원 없이 중앙제어실에서 원격작동 시키기 위하여 분산제어 시스템(distributed control system)을 이용한 복수기 역세정 자동 프로그램을 개발하고, 플랜트화면을 보면서 마우스로 클릭하여 신속 정확한 역세정이 이루어지도록 하였다. 이를 복제주화력 발전제어 시스템에 적용하여 복수기 관 청결도 유지를 통한 터빈의 효율향상에 기여함은 물론 운전원 업무량 감소와 전력계통수급 여하에 관계없이 수시로 역세정이 가능하도록 하였다. 그리고 운전원 오조작 방지와 효율적인 진공도 관리로 발전효율 향상과 분산제어시스템(DCS) 설비운영 기술향상에 도모하고자 한다.

II. 본 론

1. 복수기 개요

증기를 작동유체로 사용하는 증기기관이나 증기터빈은 원동기에서 일출하고 나온 배기를 초기에는 대기로 버렸으나 1854년에 Ranking 이 증기기관의 기본 열 사이클을 제창한 후 배기를 대기로 버리지 않고 냉각수로 응축시켜 열효율을 높이고 보일러 급수로서 재 사용하게 되었는데 이 응축장치를 복수기(steam condenser)라 한다. 발전설비에서 증기를 사용하고 있는 기력발전소나 원자력발전소에서는 이 복수기가 중요한 설비로 되어 있으며 그 역할과 비중은 대단히 크다고 할 수 있다.

복제주기력 1호기 발전설비의 복수계통을 고찰하여 보면 터빈에 일출하고 난 배기는 복수기에서 응축되어 복수기 온수조(hot well)에 집수되며 기체는 공기추출기(air ejector)에 의하여 제거된다. 기동시에는 기동용 공기추출기를 작동하여 복수기 내에 잔류되어있는 다량의 공기를 배출시키고 이는 비상용으로 사용된다. 공기추출기에 사용되는 증기는 터빈 주증기정지밸브 전의 주증기 배관에서 공급된다. 복수기 온수조의 복수는 복수펌프로 공기추출기를 거쳐 저압급수가열기에 이른다. 저압급수가열기는 제3추기와 열교환을 하여 42.0 [°C]의 복수가 94.2[°C]로 상승하여 탈기기에 공급된다.

탈기기에서 복수에 함유된 용존 산소와 공기를 제거하며 터빈의 제2추기 증기와 열교환을 행하여 139.2[°C]가 된 복수는 보일러급수펌프를 통과하여 고압급수가열기로 들어간다. 이때 터빈의 제1추기 증기와 급수가 열교환을 하여 증기 드럼에 들어가며 이때 급수온도는 196.4[°C]이다.

복수기는 터빈 배기를 냉각하여 응축시켜 회수하는 냉각장치로 터빈 배기를 대기압 이하 진공 상태까지 팽창시킴으로써 터빈의 출력을 증가시키고 열효율

을 증진시킨다. 그리고 터빈 배기는 거의 순수이므로 복수로 회수하여 재 사용할 수 있으며 증기 또는 복수 속에 포함된 용존 산소를 일부 제거시키는 역할도 한다,

2. 복수기의 성능특성

냉각수 온도상승은 복수기의 모든 온도와 진공도에 영향을 미치며 특히 냉각수 출구온도와 포화온도를 상승시켜 진공도 저하와 중단 온도차를 증가시킨다. 또한 복수기관의 막힘에 의한 냉각수량이 감소 할 때는 일반적으로 냉각수 입·출구온도차가 증가하여 복수기의 입구 수압이 상승하게되고 따라서 복수 포화온도가 증가하며 복수기 진공도가 저하한다. Fig.1은 온도 조건에 따른 상태를 나타내었고 증기부하, 냉각수입구 온도에 따른 정상 압력을 지시하고 있다. 청결도 계수는 0.85며 실제로 튜브가 깨끗하면 진공도가 증가하고 튜브가 오염되면 감소함에 유의하여야 한다.

Fig.1에 나타나 있는 바와 같이 복수기 성능은 냉각수(해수)입구 온도가 낮을수록 복수기 진공도가 증가하게 된다. 일반적으로 하절기의 복수기 성능은 다소 낮아지게 되며 동절기가 되면 해수의 온도가 낮아지게 되므로 냉각수 입구 온도 저하에 따라 복수기의 성능은 다소 높아지게 되고 복수기의 진공도는 증가한다 (한국전력공사, 1983).

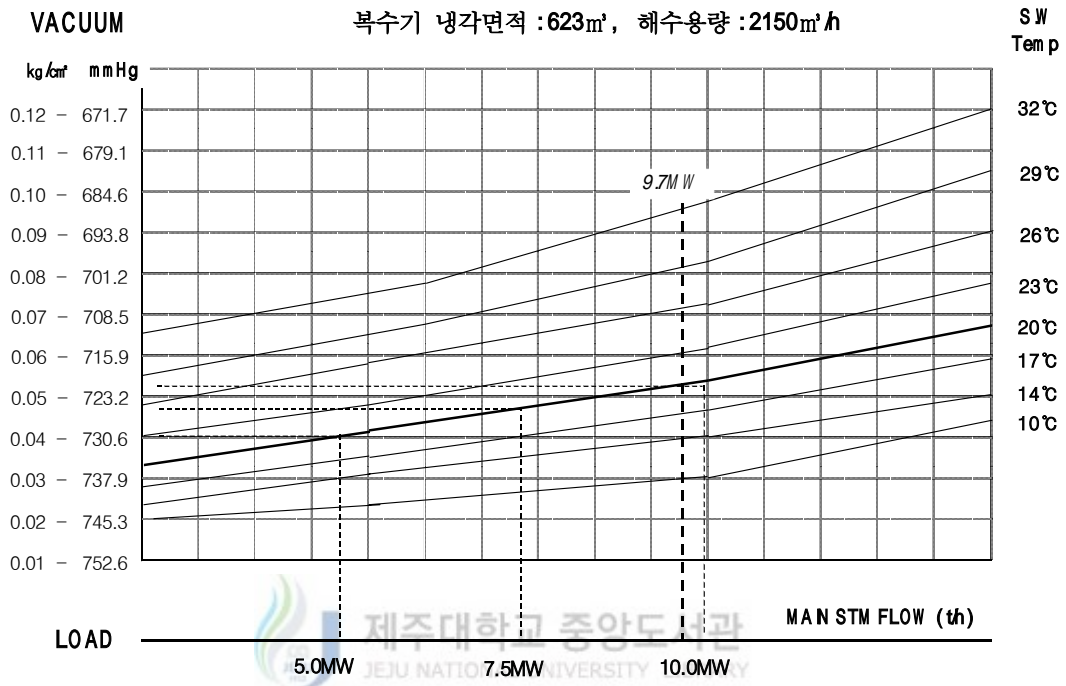


Fig.1 The curve of condenser performance
in Bukcheju thermal power plant

3. 복수기의 성능관리 및 시스템 구성

터빈에서 일을 한 증기는 복수기에서 물로 응축된후 급수가열기를 거쳐 보일러로 되돌아가며 보일러에서 열을 받아 다시 증기로 바뀐다. 복수기는 증기를 물로 응축시키기 위하여 냉각수로 열교환 하여야하고 사이클 효율을 높이기 위해서는 진공도 향상과 응축수 열량보존의 두 목적 사이에서 균형을 유지 하여야한다.

복수기는 발전소의 효율에 가장 큰 영향을 미치는 설비로 진공도 1[%] 변화시 터빈효율 0.2[%]~0.4[%]변화하고 복수기 성능여하에 따라 터빈출력이 변화하게되는데 진공도 1[%]변화시 터빈출력 2[%]변화한다. 그리고 순환수펌프(cooling water pump) 동력절감과 오염 및 부식방지로 복수기관 수명연장 등을 들 수 있다.

그러나 발전 연수가 경과하면서 복수기 열교환 능력이 떨어지며 진공도가 저하되고 있다. 그러므로 Fig.2 에서 보는바와 같이 터빈 열소비율과 진공도의 적절한 동작점 722[mmHg]을 유지하기 위하여 복수기 역세정에 의한 최적의 복수기 성능관리가 필요하다 (한국전력공사, 1983).

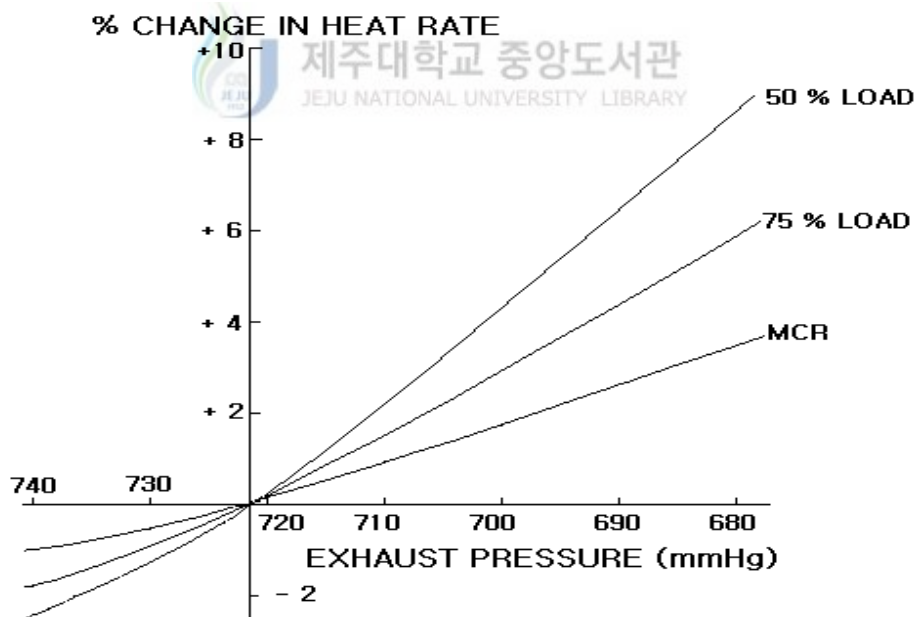


Fig.2 The curve of turbine vacuum with heat rate

복수기의 시스템 구성은 Fig.3과 같고 랭킹 사이클(ranking cycle)은 카르노 사이클을 증기 원동기에 적합하게끔 개량한 것으로 증기를 작업 유체로 사용하는 기력 발전소의 가장 기본적인 사이클로 되어 있다. 랭킹 사이클을 사용하는 발전소의 장치선도는 Fig.3과 같으며 온도 엔트로피의 선도는 Fig.4와 같다.

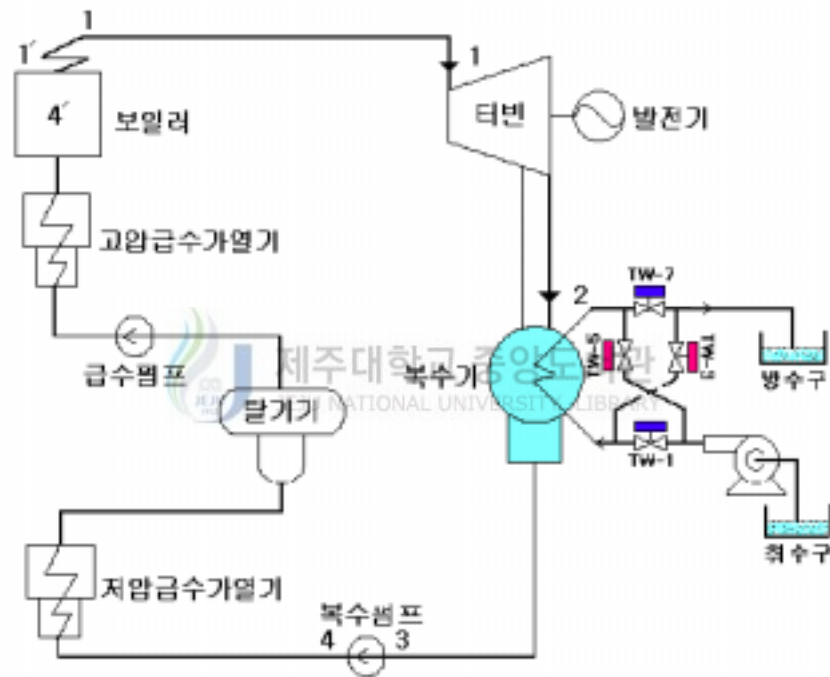


Fig.3 The condensate system of Bukcheju thermal power plant

Fig.3에서 보는 바와 같이 포화수 3은 급수 펌프로 단열 압축되어 승압된다. 압축수 4는 보일러내에서 수열하여 포화수 4'로 되고 다시 가열되어 포화증기 1'로 된다. 이 포화증기 1'가 과열기에 보내져서 과열 증기 1로 되어

터빈에 들어간다. 습 증기는 복수기 내에서 냉각되어 다시 포화수 3으로 되면서 1사이클을 완료하게 된다.

Fig.4의 랭킹 사이클에서 면적 a, 4, 4', 1', 1, b가 보일러로부터 공급하는 열량이며 면적 a, 3, 2, b가 복수기에서 버리는 열량을 나타낸다 (전력기술인, 1999).

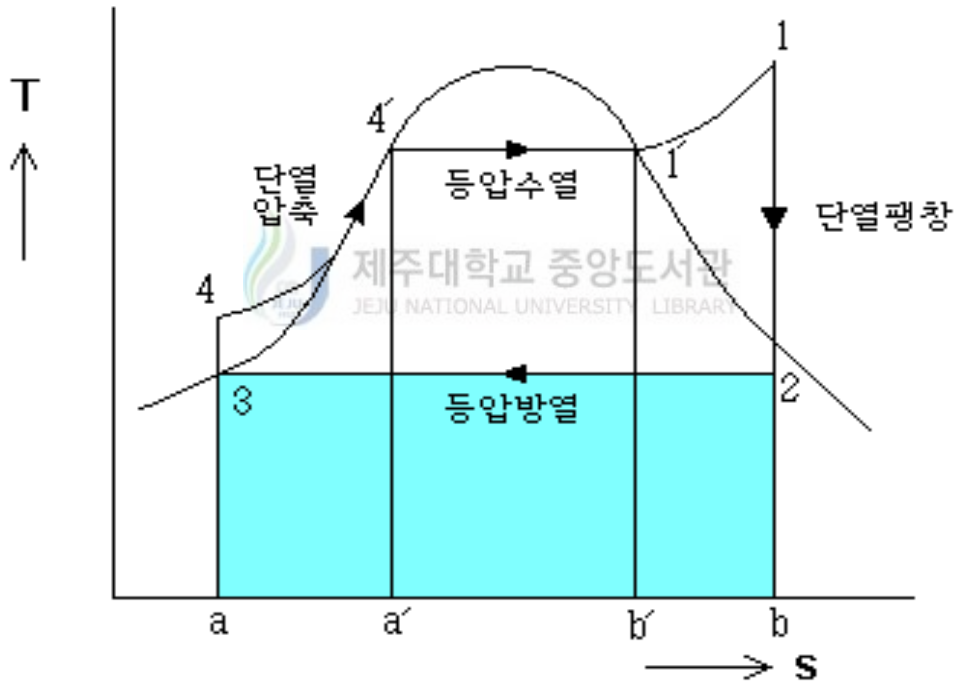


Fig.4 The Curve of closed ranking cycle

4. 복수기관 오염도와 열전달

복수기의 관 청결도는 매우 중요한 인자로 작용한다. 복수기관의 오염이나 막힘 현상은 설비의 그물눈(basket mesh opening size)보다 작은 이물질 및 어패류의 0.4~1.0[mm]포자가 통과하여 복수기 및 파이프에 부착 성장하는 현상이다. 이때 나타나는 장애요인으로는 냉각수의 흐름을 방해하고 냉각수 면적을 감소시킨다. 특히 막힌 복수기관에서 부식 및 수명 단축 원인이 되고 열 효율이 떨어진다. 관청결도는 설계의 기본 요소인 열 전달율, 튜브수, 튜브유효길이 및 통로수 사이에 함수관계가 있고 식은 다음과 같다 (한국전력공사, 1967).

$$Q = k \times \Delta T \times A \quad (1)$$

$$k = (L \times N_p \times a \times b \times f \times C_f) / \sqrt{v} \quad (2)$$

$$C_f = U_f / U_c \quad (3)$$

$$U_f = 1 / [F_f + (1/U_c)] \quad (4)$$

$$F_f = 1 / (U_f + U_c) \quad (5)$$

여기서 수식의 정의는 다음과 같다.

Q : 복수기 열부하[BTU / hr]

k : 열전달율[BTU / hr / ft² / °F LMTD]

ΔT : 대수평균 온도차[°C]

A : 표면 열 변화[°C]

L : 튜브 유효길이[m]

N_p : 냉각수 량[t/h]

a : 튜브 두께[mm]

b : 튜브재질 보정계수

f : 냉각수 입구온도 보정계수[°C]

v : 관내 유속[m/sec]

C_f : 관 청결도

U_f : 오염관 열 전달계수

U_c : 청결관 열 전달계수

F_f : 오염계수

식(1)에서 복수기 열 부하 Q 는 열전달율과 대수평균온도차와 표면열변화를 곱한 값으로 나타나고 있으며, 열전달율 K 는 튜브길이, 냉각수량, 튜브두께, 튜브재질, 냉각수입구온도, 관청결도를 곱한 값과 관내유속의 제곱근의 값으로 나누어서 구하여진다.

식(3)에서 관청결도 C_f 는 청결관 열전달계수분에 오염관 열전달계수로 나누어진 값을 말하고 식(4)에서 오염관 열전달계수 U_f 는 청결관 열전달계수와 오염계수의 함수로 나타낼 수 있다. 결과적으로 식(5)에서 오염계수 F_f 는 오염관 열전달계수와 청결관 열전달계수에 관계되므로 복수기 열부하량을 크게 하기 위하여 복수기 관내의 오염도를 낮추어 효율적인 열전달을 추구하여야한다.

Ⅲ. 적용할 분산 제어시스템

1. 분산 제어시스템(DCS) 구성

분산제어 시스템은 온도, 압력, 유량레벨 등 물리량 제어와 오퍼레이터를 위한 감시 및 원격제어조작, 그리고 수집된 데이터를 관리하고 처리를 목적으로 하는 컴퓨터 시스템으로 복제주화력 1호기 주 제어 시스템에 적용되고 있다.

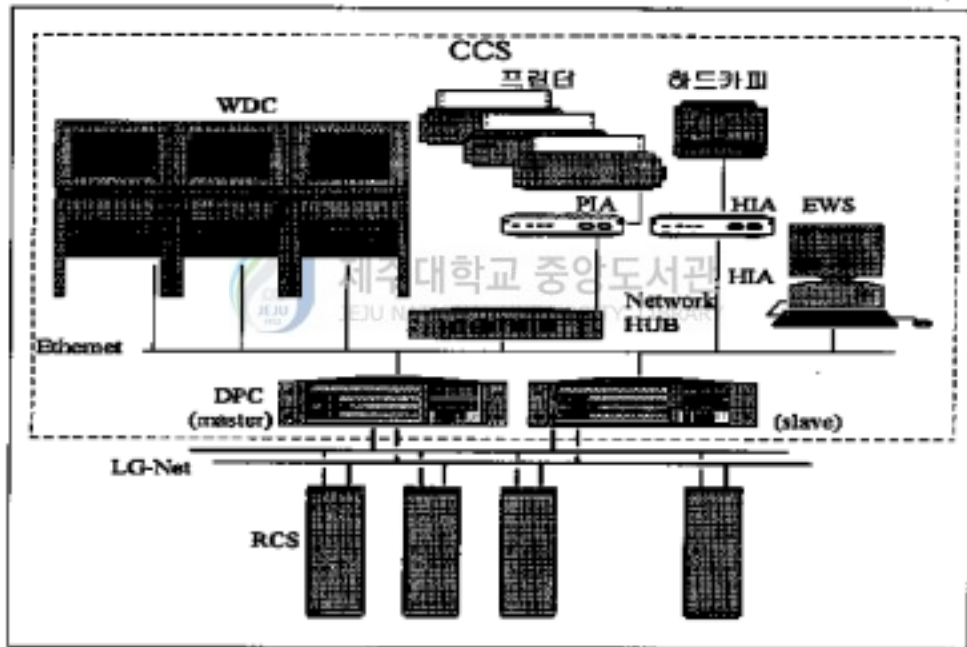


Fig. 5 The distributed control system of Bukcheju thermal power plant No.1

DCS 시스템의 하드웨어 구조나 운용체계 및 통신방법에 대한 국제 표준화가 통합화 되어가는 추세에 따라 국제 경쟁력을 갖는 표준 구조의 분산형 공정제어 시스템이 필요로 하게 되었으며, 아울러 기존의 DCS의 성능을 개

선하여 고신뢰성, 고기능 유연성 및 확장성등 다양한 기능을 갖기 위해 소규모에서 대규모 시스템 구성이 가능한 하드웨어 및 시스템 소프트웨어의 구현이 요구되고 있다. 주제어 설비인 DCS 구성은 Fig.5와 같으며 각기 기능을 살펴보면 다음과 같다 (LG 산전 공정제어 시스템, 1997).

WDC (workstation display center) 데이터 처리전용 시스템인 DPC로부터 동적 데이터를 전달받아 화면에 표시하게 되며, 오퍼레이터의 제어 조작시 DPC를 경유하여 원격제어시스템으로 전달하게 된다. 또한 광학식 마우스 또는 트랙볼이 사용되어 모든 화면의 호출 및 조작을 마우스로 가능하다.

DPC (database processing center)는 각종 시스템 소프트웨어와 소프트웨어 패키지가 설치되어 있으며 시스템 구성에 따른 각종 데이터 베이스가 생성된다. 또한 자체에 대용량 하드디스크를 보유하여 발생 되는 각종 실시간 데이터 및 이력 데이터를 저장 하게 된다.

EWC (engineering workstation)는 시스템 운전에 필요한 각종 엔지니어링 데이터를 생성하는 컴퓨터로서 여기서 만들어진 데이터는 ethernet 통하여 WDC, DPC 및 RCS 에 다운로드 된다. EWS는 각종 엔지니어링 소프트웨어가 내장되어 엔지니어링 작업을 지원하게 된다.

PIA (printer interface adapter)는 프린터 여러 개의 컴퓨터가 공유하기 위해 ethernet 상에 접속시키기 위한 접속 장치로 2개의 병렬 포트와 2개의 직렬 포트에 구성된다. 병렬 포트에는 알람 프린터와 유틸리티 프린터가 접속되며 직렬 포트에는 리포트 프린터가 접속된다.

RCS (remote control station)는 EWS에서 작성된 프로그램에 따라 플랜트를 직접 제어하는 스테이션으로써 펑크션 블럭(function block)방식의 제어 프로그램으로 루프 및 시퀀스 제어를 행하고 또한 제어부, 정원부 및 통신부 등을 이중화함으로써 신뢰성 있는 시스템을 구성할 수 있다.

2. 제어 프로그램 구성

RCS의 제어 소프트웨어로는 개별적인 제어함수를 갖는 모듈들을 조합하여 프로그램을 작성하는 Function Block 방식을 채용하고 있다. Function Block 방식이란 하드웨어로 구현된 제어 기능을 소프트웨어로 일반화한 제어 알고리즘으로써 RCS에서 제공되는 최대 4096 개의 Function Block에 Function Code 라는 단위 모듈 들을 적절히 조합하여 최적의 제어 프로그램을 작성하는 방식으로 되어 있다.

Function Block은 Function Block Address, Function Code, Function Block Output을 정의한 것을 말하며 Table 1과 같이 구성되어 있다.

Table 1 Function block table

F/B ADDRESS	FUNCTION CODE	F/B OUTPUT
0000		별도 부록
0002	19	
0003		
0004	39	
	:	:
4095	126	별도 부록

Function Block Address 는 RCS당 0~4095까지 주어지며 Function Code 에는 많은 코드 리스트에서 해당 기능을 갖는 함수의 코드 번호를 관리 정의하며 이러한 코드들을 연결, 조합하고 Table화함으로써 구현하고자 하는 제어 프로그램을 작성할 수 있다 (LG산전, 1996.).

IV. 복수기 역세정 시스템개발 및 시험

1. 자동화 시스템 개발

복제주화력 1호기인 경우 복수기 역세정시는 전력 급전사령실과 사전협의 및 50[%]의 출력으로 감발하여 발전 운전원이 현장에서 여러 개의 밸브를 직접 조작하여 왔으나 수동밸브를 전동밸브로 교체하고 분산제어시스템을 이용하여 전자동화 하였다. 본 역세정 시스템을 이용하면 정상 발전중 출력 감발없이 1인 원격 제어 및 감시를 통한 복수기관 자동역세정을 실현 할 수 있으며 동작에 필요한 제반 명령은 Fig.6과 같이 그래픽 콘솔을 이용하여 시스템을 구동 시킬 수 있도록 개발하였다.

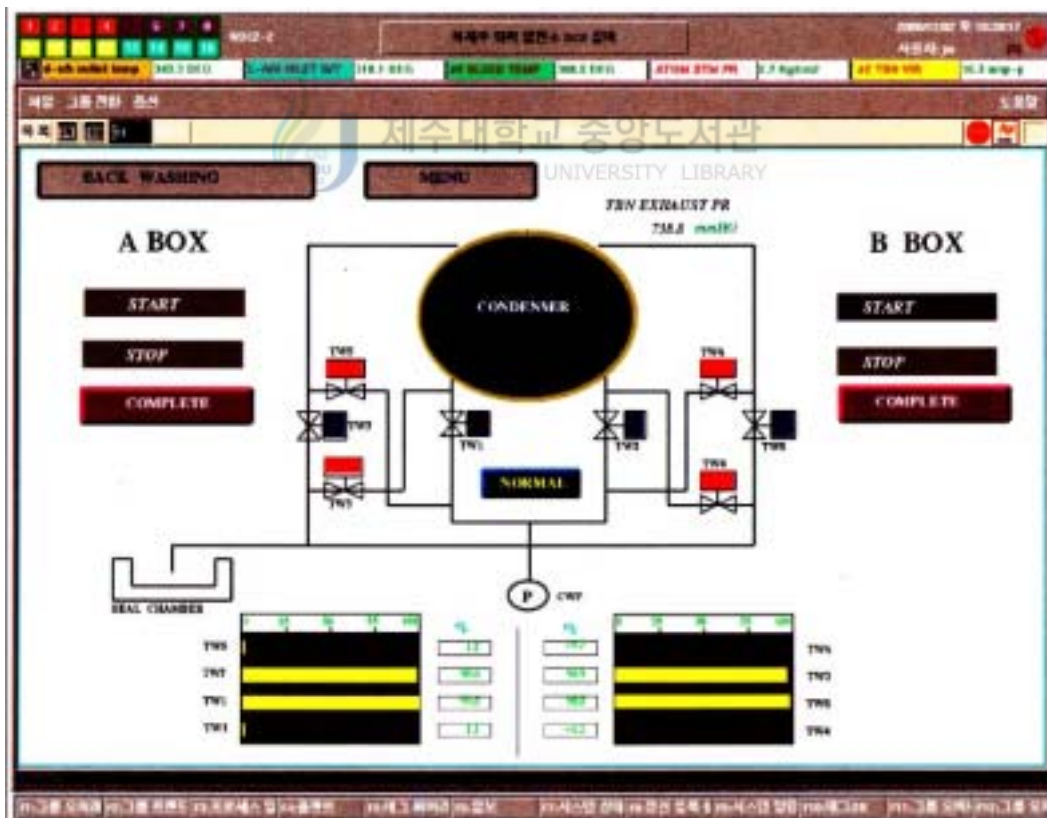
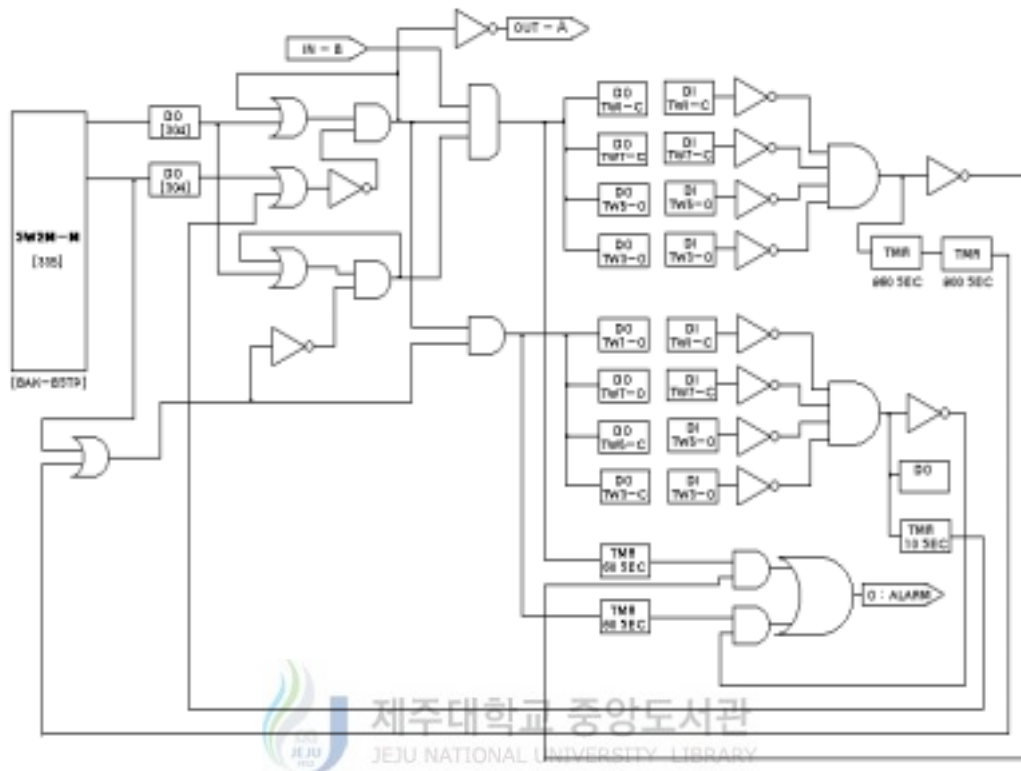


Fig. 6 The schematic diagram of back wash using DCS



SW2 M=M : Switch2 Momentary Module

A Box Back Wash Start /Stop

DO/B : Digital Output/Bus

Destination Module Address

DI/B : Digital Input/Bus

Source Module Address

TMR : TIMER Block Address Of Input

Time During Start-Up Period

Fig. 7 The diagram of program command on automatic back wash

Fig.6은 화면에 나타난 복수기 역세정 구성도로 역세정 진행과정을 운전원이 볼 수 있도록 되어있다. Fig.7의 회로도도 무접점 회로를 이용하여 복수기 자동역세정을 수행하기 위한 명령회로도이고, 분산제어 시스템의 상세한 function block의 구성은 부록 1과 같으며 기능 설명은 부록 2와 같다.

회로도 동작 상태를 설명한다면 모니터상의 start를 마우스로 클릭하여 회로상의 DO/B(1223)가 설정시간 (0.5초)동안 1출력이 행하여지고 OR(1227)에서 자기 유지되며 AND(1242)조건이 만족되면 DO/B(1245-1251)에 의하여 전동 밸브 개폐 신호가 출력된다. 약30~40초 후 전동밸브가 완전히 개폐 행하여지면 DI/B(1261-1267)신호에 의하여 AND(1284)조건이 만족되면 타이머(1300, 1287) 설정시간(900초) 동안 역세정이 행하여진다. 만일 DO/B(1245-1251)에 의하여 전동 밸브가 개폐 신호 출력후 타이머(1191) 설정시간(60초) 이내에 AND(1284)조건이 만족되지 않으면 OR(1298)에 의하여 알람이 출력된다.

역세정이 완료되면 OR(1220)에 의하여 본회로 상부의 DO/B(1245-1251)출력이 정지됨과 동시에 DO/B(1253-1259) 출력이 행하여져 초기에 조작되었던 전동밸브를 원상태로 복귀시킨다. 이때도 마찬가지로 타이머(1293)에 의하여 설정시간(60초) 이내에 AND(1285)조건이 만족되지 않으면 OR(1298)에 의하여 알람이 출력된다. 전동 밸브가 모두 원상태로 복귀되어 AND(1285)가 만족되면 DO/B(1289)에 의하여 모니터 상에 완료가 표시되면서 모든 동작이 완료된다. Fig.8의 복수기의 자동 밸브 개폐 시험에서 보는바와 같이 DCS 설비를 이용하여 복수기 "A" BOX와 "B" BOX로 나누어서 복수기 입구 및 출구, 역세정 입구 및 출구 밸브 4개를 서로 동시에 조작하고, 어느 한쪽이 역세정 중에는 다른 BOX의 역세정 진행이 안되도록 하여 진행중 전동기 밸브의 개폐 지연등 이상정보를 발하도록 하였으며 모든 과정은 DCS 모니터의 마우스로 조작이 가능하다.

2. 역세정 시스템 시험

Fig.8은 역세정을 위한 자동밸브 개폐동작을 기록계기를 통하여 시험한 결과를 보여주고 있으며, 기록차트 좌측 전동밸브(TW-3, TW-5)가 닫힘에서 열림으로 우측 전동밸브(TW-1, TW-7)는 열림에서 닫힘으로 동시에 동작되었고 정확히 15분 동안 A Box 역세정이 순차적으로 진행되었다.

그리고 Fig.9와 같이 트렌드 화면으로 저장된 데이터와 현재의 추이상태를 동시에 볼 수 있다

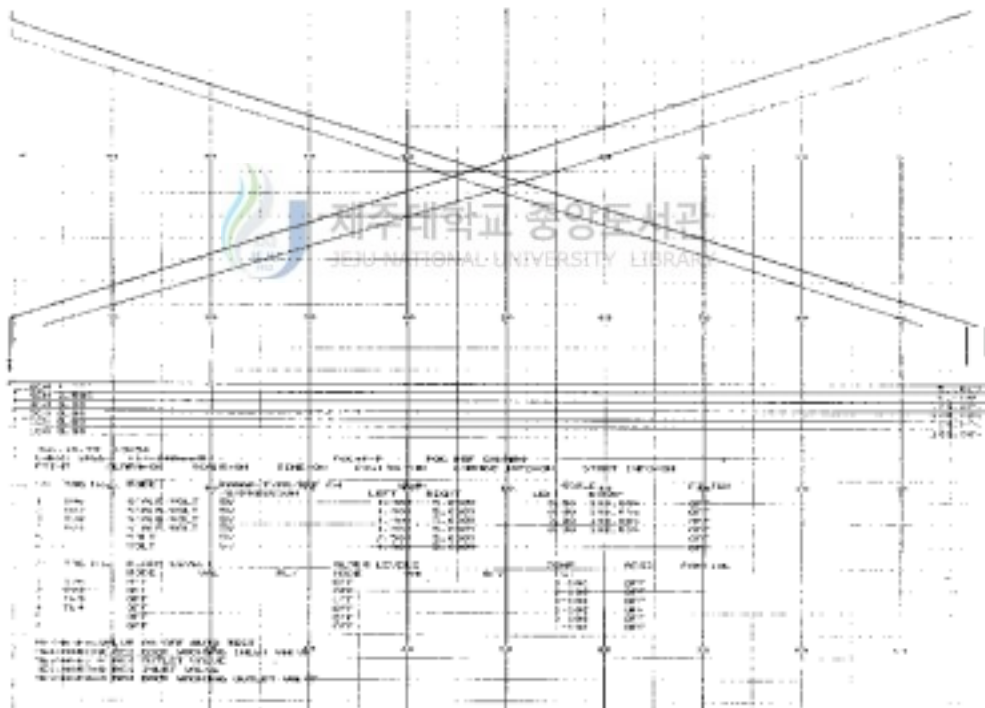


Fig. 8 The test valve of automatic operation on condenser back wash

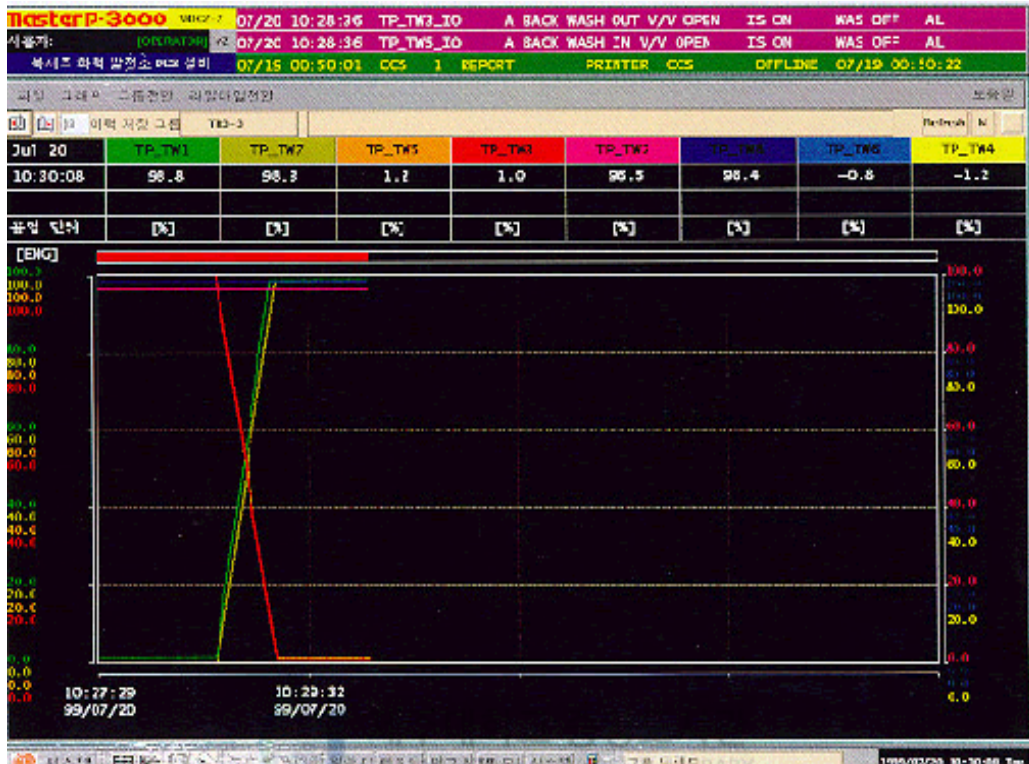


Fig. 9 The monitor trend of automatic operation on condenser back wash

Fig.9 에 보는바와 같이 트렌드 화면에는 TW-1, 7, 2, 8 열림, TW-5, 3, 6, 4 닫힘 확인이 가능하며 각 밸브 트렌드가 색상별로 표시되어 있어 역세정시 밸브 개도 상태를 정확히 확인할 수 있고 과거 이력데이터를 통한 트렌드 추이를 확인하면서 보다 효율적인 감시 및 제어를 가능하게 하였다.

3. 역세정 시스템 자동운전

역세정 자동운전 시험에 적용한 북제주화력 1호기 복수기는 일본 후지 및 한국중공업이 제작한 2패스 분할 수실 표현 복수기 형식으로 주요한 주요사양은 Table 2와 같으며 실제모양은 Fig.10과 같다. 터빈 케이싱과 복수기는 스텐레스강제 Expansion Joint로 연결되어 상호 팽창을 완화시켜주고 있다.

Table 2 Specification of condenser

항 목	규 격
설계및자재공급	일본 후지 및 한국중공업
형 식	2패스 분할 수실 표현 복수기
증 기 량	29.22 [t/h]
진 공 도	0.0517 [kg/cm ² abs(1.5inHg)]
냉 각 수	해수
냉 각 수 용 량	2,150 [t/h]
냉각수입구온도	20 [°C]
관 내 유 속	2.0 [m/sec]
마 찰 손 실	3.2 [m]
온 수 조 용 량	2.0 [m ³]
복 수 표 면 적	623 [m ²]
냉 각 관 수	1,724 [본]
냉 각 관 규 격	BsTF4S-23mm(외경)×1mm(두께)
냉각관유효길이	5 [m]



Fig. 10 Condenser system of Bukcheju thermal power plant No.1 unit

그리고 동작특성을 시험하기 위한 DCS 콘솔상의 복수기 역세정 상세도는 Fig. 11과 같으며 DCS 모니터 상의 원격조작 및 동작내용은 다음과 같다.

가. 조작전 확인사항

- ① 중앙제어실 control panel back washing 관련 밸브 local position 선택
- ② TW-1, 7, 2, 8 열림 (적색램프 점등)
- ③ TW-5, 3, 6, 4 닫힘 (녹색램프 점등)

나. DCS WDC 에서 Condenser Back Washing 화면 찾기

화면 좌측상단 에 있는 "시스템" → "표시조작" → "플랜트" 선택 →
 콘텐서 → 역세정 화면선택

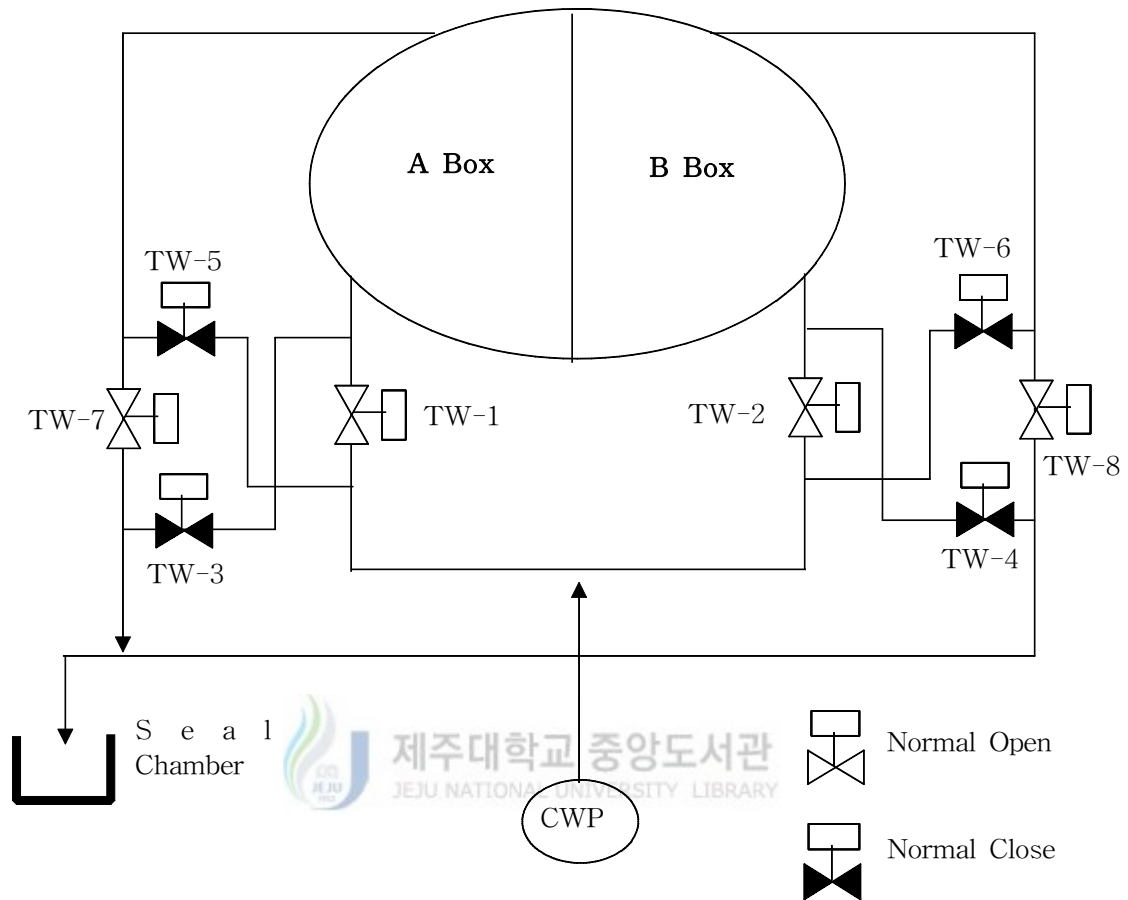


Fig. 11 Diagram of condenser back washing system

다. 플랜트 화면 확인사항

- ① A, B box 완료 확인
- ② 화면중앙 normal 확인
- ③ TW-1, 7, 2, 8 열림 확인 (청색)
- ④ TW-5, 3, 6, 4 닫힘 확인 (적색)
- ⑤ TBN exhaust 압력 확인

라. BackWashing

복수기 진공이 저하하는 것을 막기 위하여 A, B box 동시에 역세정을 못하도록 회로구성이 되었고, 따라서 한쪽씩 나누어서 실시하여야한다.

- ① A box “start”를 마우스로 클릭하면 화면 좌측에 “A box 역세정 start/stop” 화면이 나타난다. 하단부 “닫기”를 클릭하면 취소되고 ”start“를 클릭하면 하단부에 “change to [start] ”가 표시된다. 여기서 “제어”를 클릭하면 A box 역세정이 시작된다.
- ② TW-7, 1이 열림에서 닫힘으로, TW-5, 3이 닫힘에서 열림으로 진행된다 역세정이 시작되면 “complete”가 사라지고, 진행 중(개폐 동작 상태 즉 중간 위치)에는 조작되는 밸브가 연한 하늘색으로 변한다.
- ③ TW-7, 1이 닫힘이 되고 TW-5, 3이 열림이 되고 나서 정확히 15분 동안 A box 역세정 이 된다.
- ④ 15분 후 TW-7, 1이 닫힘에서 열림으로, TW-5, 3이 열림에서 닫힘으로 진행하여 밸브가 원위치된다. 완료되면 “complete”가 나타난다.
- ⑤ 밸브 개폐 동작될 때 터빈 exhaust 압력을 주의 깊게 관찰하여야 한다.
- ⑥ 역세정 회로에 이상이 있거나 밸브가 60초 이내에 개폐동작이 정상적으로 안될 경우에는 화면중앙에 “trouble”이 표시되고, 동시 터빈 panel에도 “cond. back washing trouble” 알람이 취명 된다.
- ⑦ 역세정 중 이상이 있을 시 “stop”을 마우스로 클릭 하면 좌측에 “A box back washing start/stop” 화면이 나타난다. 여기서 “stop”을 클릭하면 화면 하단부에 “change to [stop] ” 이 표시된다. “제어”를 클릭하면 모든 밸브가 현 위치에 정지된다. 그런 후에 control panel에서 밸브를 원상태로 조작한다.
- ⑧ A box 역세정을 완료하고 나서 터빈 exhaust 압력이 안정되고 난 후 (최소 10분) 꼭 같은 방법으로 B box 역세정을 실시한다.

V. 결 론

복수기는 발전 설비 중 중요한 역할을 담당하고 있으므로 복수기 관로내의 이물질 유입에 따른 오염도를 최소화하여 최적의 청결도를 유지하여야 높은 열효율을 얻을 수 있다. 발전소의 안정적인 운전과 필요한 각종 기능에 최적의 성능을 유지할 수 있도록 하기 위하여 성능 및 신뢰성이 한층 확보된 분산제어시스템을 이용하므로 발전설비의 기술향상과 복수기 역세정이 간단하고 용이하게 사용하게 되었다.

터빈 복수기의 설계진공도는 722[mmHg] 이나 복수기 관 오염 및 막힘 현상에 의해 진공도가 떨어지므로 본 논문에서는 분산제어시스템을 이용한 복수기 역세정 자동화 프로그램을 개발하고 실험한 결과 복수기 냉각수 밸브 동작이 순차적으로 진행되었으며 진공도가 3~4 [mmHg] 정도까지 향상되어 복수기 성능관리 및 복제주화력 발전 시스템의 터빈 효율향상에 기여하였다. 특히 복수기 관 입구 막힘을 청소하고 오염을 예방하므로 관 청결도를 항상 일정하게 유지할 수 있었으며, 발전기 출력을 감발하지 않으면서 필요시마다 시행할 수 있고 1인 원격세정 및 감시가 가능하였다. 그리고 운전원 업무량 감소와 밸브오조작 방지등 효율적인 진공도 관리를 할 수 있었다.

복수기 역세정 자동화개발로 발전설비 운전 및 관리에 있어서 용이성과 편리성을 제공하게 되므로 효과적인 설비운영이 기대된다. 또한 개발된 본 시스템을 유사한 설비에 바로 적용 할 수 있으며 향후 DCS를 이용하여 보일러연소제어 자동화프로그램 개발 및 발전기 자동병입 시스템 구축이 가능할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 이승진, 한국전력공사 전력 연구원, 1996, 기술정보 제67호, pp. 4-8.
- 한국전력공사 북제주화력, 1983, 제1호기 운전보수 지침서, pp. 333-334.
- 한국전력공사, 전력연구원, 1995, 발전소 성능관리 세미나, pp. 6-8.
- 전력연구원, 1996, 저여유율 복수기과정 진공도 유지방안, pp. 115-120.
- 전력기술인, 1999, 협회지, pp. 55-56.
- 김은기, 1992, 국산개발 DCS의 발전소 적용, 전기학회지 Vol. 41 No. 9, pp. 5-11.
- LG 산전, 1994, 분산형 공정 제어 시스템 설명서, pp. 3-29.
- 문봉채, 1992, “발전소용 분산 제어 시스템의 개발” 전기학회지, Vol 41, No.9, pp. 23-30.
- 한국전력공사 전력연구원 운전 자동 제어 설비의 디지털화 개발 (Ⅱ)
제 12차 중간보고서, pp. 5-6.
- 한국전력공사 1990, 기술개발처 발전소 복수기성능관리기술, p. 5.

부 록

1. The diagram of program command on automatic back wash
2. Condenser back wash function block specification list



별도 도면 교체 공간 28쪽



2. Function Block Specification List

DATA:[2000/03/06 19:28:55] MP3000 DCS System-Function Block Specification List						
STATION ID:[1]		MODULE ID: [0x16]		FILENAME:[backwash 1.cnf]		PAGE: [1]
BLK	S#ID	TUNE	DATA	TYPE	RANGE	DESCRIPTION
1201	NAME:[SEGCT]		CODEID:[82]		DESCRIPTION:[SEGMENT CONTROL(MFC AND MPC)]	
	S001	YES	1	INTEGER	1 to 10	Segment Cycle Time(S1*200ms)
	S002	YES	0	INTEGER	0 to 7	Segment Priority
	S003	YES	0	INTEGER	0 to 9	Segment Phase
	S004	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	PID Reset Mode (0=normal, 1=external)
	S005	YES	1.0e+01	FLOAT	FULL	PID Maximum Derivative Gain
1207	NAME:[SW2M-M]		CODEID:[335]		DESCRIPTION:[SWITCH2 MOMENTARY MODULE]	
	DBTAG NAME:[BAK		BSTP] INDEX:[20032]		DESCRIPTION:[B BOX BACK WASH START/STOP]	
	S001	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of Remote Input 1
	S002	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	Input of Local Input 1
	S003	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of Check-back Input 1
	S004	YES	4.0e-01	FLOAT	FULL	Max Pulse Time of Input 1 (Unit : SEC)
	S005	YES	1.0e+00	FLOAT	FULL	Timeout of Check-back Input 1(Unit:SEC)
	S006	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of Remote Input2
	S007	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	Input of Local Input2
	S008	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of Check-back Input2
	S009	YES	4.0e-01	FLOAT	FULL	Max Pulse Time of Input2(Unit : SEC)
	S010	YES	1.0e+00	FLOAT	FULL	Timeout of Check-back Input2(Unit:SEC)
	S011	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	Local/Remote Input(0=LOCAL,1=REMOTE)(CCS Control)
	S012	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of Local/Remote Input
	S013	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Input Address of PV
	S014	YES	0.0e+00	FLOAT	FULL	Zero of PV
	S015	YES	1.0e+02	FLOAT	FULL	Span of PV
	S016	YES	1.0e+02	FLOAT	FULL	High Alarm Limit of PV
	S017	YES	0.0e+00	FLOAT	FULL	Low Alarm Limit of PV
	S018	YES	-1.0e+0	FLOAT	FULL	Low Input Cut of PV
	S019	YES	0.0e+00	FLOAT	FULL	Filter Constant of PV
	S020	YES	1	BOOLEAN	0 to 1	PV-XR Control (0=Disable, 1=Enable)
	S021	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	PV-ALARM Control(0=Disable, 1=Enable)
	S022	YES	0	BOOLEAN	0 to 1	FAULT ALARM Control(0=Disable, 1=Enable)
1220	NAME:[OR]		CODEID:[39]		DESCRIPTION:[OR(2 INPUT)]	
	S001	NO	1210	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1287	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1223	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION:[DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	147	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1207	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1225	NAME:[DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	148	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1210	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1227	NAME : [OR]		CODEID : [39]		DESCRIPTION : [OR(2 INPUT)]	
	S001	NO	1235	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1223	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1229	NAME : [OR]		CODEID : [39]		DESCRIPTION : [OR(2 INPUT)]	
	S001	NO	1225	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input

DATA:[2000/03/06 19:28:55] MP3000 DCS System-Function Block Speciflcation List						
STATION ID: [1]		MODULE ID: [0x16]		FILENAME:[backwash 1.cnf]		PAGE: [2]
BLK	S#ID	TUNE	DATA	TYPE	RANGE	DESCRIPTION
	S002	NO	1290	INTEGER	0 to 30720	Block Adderss of 2nd Input
1231	NAME:[OR]		CODEID:[39]		DESCRIPTION:[OR(2INPUT)]	
	S001	NO	1239	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1223	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1233	NAME:[NOT]		CODEID:[33]		DESCRIPTION:[NOT]	
	S001	NO	1287	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1235	NAME:[AND]		CODEID:[37]		DESCRIPTION:[AND(2 INPUT)]	
	S001	NO	1227	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1237	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1237	NAME : [AND]		CODEID : [37]		DESCRIPTION:[NOT]	
	S001	NO	1229	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1239	NAME:[AND]		CODEID : [37]		DESCRIPTION : [AND(2 INPUT)]	
	S001	NO	1231	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1233	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1241	NAME : [NOT]		CODEID : [33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1235	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
1242	NAME : [AND4]		CODEID : [38]		DESCRIPTION : [AND(4 INPUT)]	
	S001	NO	1141	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1235	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
	S003	NO	1239	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 3rd Input
	S004	NO	1	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 4th Input
1243	NAME : [AND]		CODEID : [37]		DESCRIPTION : [AND(2 INPUT)]	
	S001	NO	1235	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1220	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1245	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	138	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	YES	1242	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1247	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	140	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1242	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1249	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	141	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1242	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1251	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	143	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1242	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1253	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	137	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1243	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1255	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	139	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1243	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1257	NAME : [DO/B]		CODEID : [304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address

DATA:[2000/03/06 19:28:55] MP3000 DCS System-Function Block Specification List						
STATION ID: [1]		MODULE ID: [0x16]		FILENAME:[backwash 1.cnf]		PAGE: [3]
BLK	S#ID	TUNE	DATA	TYPE	RANGE	DESCRIPTION
	S002	YES	142	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1243	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1259	NAME:[DO/B]		CODEID:[304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	144	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1243	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1261	NAME:[DI/B]		CODEID:[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	106	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1263	NAME :[DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	108	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1265	NAME :[DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	109	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1267	NAME :[DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	111	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1269	NAME :[DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	105	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1271	NAME :[DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	107	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1273	NAME : [DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	110	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1275	NAME : [DI/B]		CODEID :[303]		DESCRIPTION : [DIGITAL INPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Source Module Address
	S002	YES	112	INTEGER	0 to 30720	Source Block Address
1276	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1261	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1277	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1263	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1278	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1265	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1279	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1267	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1280	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1269	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1281	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1271	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1282	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1273	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1283	NAME : [NOT]		CODEID :[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1275	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1284	NAME : [AND4]		CODEID :[38]		DESCRIPTION : [AND(4 INPUT)]	
	S001	NO	1276	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1277	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
	S003	NO	1278	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 3rd Input

DATA:[2000/03/06 19:28:55] MP3000 DCS System-Function Block Specification List						
STATION ID: [1]		MODULE ID: [0x16]		FILENAME:[backwash 1.cnf]		PAGE: [4]
BLK	S#ID	TUNE	DATA	TYPE	RANGE	DESCRIPTION
	S004	NO	1279	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 4th Input
1285	NAME:[AND4]		CODEID:[38]		DESCRIPTION : [AND(4 INPUT)]	
	S001	NO	1280	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1281	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
	S003	NO	1282	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 3rd Input
	S004	NO	1283	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 4th Input
1286	NAME:[NOT]		CODEID:[33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1284	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1287	NAME :[TMR]		CODEID :[35]		DESCRIPTION : [TIMER]	
	S001	NO	1300	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
	S002	YES	1	INTEGER	0 to 2	0=pulse output 1=timed out 2=timing 00x=time during start-up period 10x=time during start-up period Time Delay(in seconds)
	S003	YES	9.0e+02	FLOAT	FULL	Time Delay(in seconds)
1288	NAME :[NOT]		CODEID : [33]		DESCRIPTION : [NOT]	
	S001	NO	1285	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1289	NAME :[DO/B]		CODEID :[304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	150	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1285	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1290	NAME :[TMR]		CODEID : [35]		DESCRIPTION : [TIMER]	
	S001	NO	1285	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
	S002	YES	0	INTEGER	0 to 2	0=pulse output 1=timed out 2=timing 00x=normal 10x=time during start-up period Time Delay(in seconds)
	S003	YES	1.0e+01	FLOAT	FULL	Time Delay(in seconds)
1291	NAME :[TMR]		CODEID :[35]		DESCRIPTION : [TIMRE]	
	S001	NO	1242	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
	S002	YES	1	INTEGER	0 to 2	0=pulse output 1=timed out 2=timing 00x=normal 10x=time during start-up period Time Delay(in seconds)
	S003	YES	6.0e+01	FLOAT	FULL	Time Delay(in seconds)
1293	NAME : [TMR]		CODEID :[35]		DESCRIPTION : [TIMER]	
	S001	NO	1243	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
	S002	YES	1	INTEGER	0 to 2	0=pulse output 1=timed out 2=timing 00x=normal 10x=time during start-up period Time Delay(in seconds)
	S003	YES	6.0e+01	FLOAT	FULL	Time Delay(in seconds)
1295	NAME : [AND]		CODEID :[37]		DESCRIPTION : [AND(2 INPUT)]	
	S001	NO	1291	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1286	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1297	NAME : [AND]		CODEID :[37]		DESCRIPTION : [AND(2 INPUT)]	
	S001	NO	1261	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input

DATA:[2000/03/06 19:28:55]		MP3000 DCS System-Function Block Specification List				
STATION ID: [1]		MODULE ID: [0x16]		FILENAME:[backwash 1.cnf]		PAGE: [5]
BLK	S#ID	TUNE	DATA	TYPE	RANGE	DESCRIPTION
	S002	NO	1288	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
1298	NAME:[OR4]		CODEID:[40]		DESCRIPTION : [OR(4 INPUT)]	
	S001	NO	1198	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 1st Input
	S002	NO	1295	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 2nd Input
	S003	NO	1297	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 3rd Input
	S004	NO	0	INTEGER	0 to 30720	Block Address of 4th Input
1299	NAME:[DO/B]		CODEID:[304]		DESCRIPTION : [DIGITAL OUTPUT/BUS]	
	S001	YES	32	INTEGER	0 to 32	Destination Module Address
	S002	YES	151	INTEGER	0 to 30720	Destination Block Address
	S003	NO	1298	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
1300	NAME :[TMR]		CODEID :[35]		DESCRIPTION : [TIMER]	
	S001	NO	1284	INTEGER	0 to 30720	Block Address of Input
	S002	YES	0	INTEGER	0 to 2	0=pulse output 1=timed out 2=timing
	S003	YES	9.6e+02	FLOAT	FULL	00x=normal 10x=time during start-up period Time Delay(in seconds)

感謝의 글

무릇 每事가 그러하듯이 이 論文이 完成되기까지는 그간 많은 분들의 도움을 받았기에 이 자리를 빌어 感謝의 말씀을 드리고자 합니다.

産業技術研究所長 職務 등 研究活動에 바쁘신 중에도 저에게 많은 시간을 割愛해 성심 성의껏 指導해주신 吳性寶교수님께 眞心으로 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 論文 審査를 통하여 많은 도움을 주신 左宗根교수님, 李開明교수님께 感謝드리며, 새로운 學問을 접할 수 있도록 가르침을 주신 金一煥교수님과 金豪贊교수님 또한 研究차 美國에 가 계신 金世鎬교수님께도 感謝의 뜻을 전합니다.

본 論文의 資料整理와 試驗을 위해 바쁘신 가운데에서도 協助해주신 韓國電力 金官幸부장님, 黃忠九과장님, 그리고 北濟州火力發電所 制御果職員여러분께 感謝드리며, 본교 電氣工學 制御應用 研究室에서 같이 活動했던 學部生들에게도 고마움을 전합니다.

平生教育의 一念으로 시작한 學位過程이 매우 뜻 있고 보람된 2년 반이었다고 생각합니다. 未洽하지만 자그마한 結實의 기쁨을 맺기까지 도움을 주신 모든 분과 사랑하는 저의 家族과 언제나 잘 살기를 바라면서 物心兩面으로 보살펴 주신 장인 장모님 그리고 오늘에 이르기까지 가르치시고 키워주신 父母님께 이 論文을 바칩니다.

金 昶 皓 드림